

深海に生息する好圧性微生物における酵素の高水圧環境下への適応戦略と環境問題への応用

○加藤千明¹、濱島裕輝^{1,2}、座間千夏^{1,3}、関口峻允^{1,3}

(¹海洋研究開発機構、²立教大院・生命理学、³東京海洋大院・海洋科学)

深海という環境は、恒常的な高水圧・低温といった極限環境にさらされた世界である。また、全海洋底に広がっているプレート境界域には、熱水活動が繰り広げられており、水圧の影響により400℃を超える熱水の噴出が起こっている。そうした極限世界にも、現場環境に適応した実に多様な生物の世界が広がっている。

こうした深海世界には、高水圧下に適応した「好圧性微生物」が存在すると信じられてきており、その存在は、1979年、Yayanosらにより分離・培養され、証明された¹⁾。その後、1990年に我が国の海洋科学技術センター(現、海洋研究開発機構)において、深海環境プログラム(DEEPSTAR計画)が組織されると、その知見は爆発的に広がっていった²⁾。しかしながら、多様な「好圧性微生物」の世界が明らかになるに従い、いくつかの疑問が生じた。「なぜ、好圧菌は高圧下でよく生育できるのか？その分子生物学的なメカニズムは陸上微生物と比較してどこが違うのか？」、更には「好圧菌って役に立つの？」といった質問が投げかけられるようになった。

本報告では、こうした疑問点に答えるために私たちの研究の現状を紹介し、未開拓の微生物資源でもある、深海微生物の隠された能力について解説する。

好圧性微生物の酵素の構造的な特徴

加圧下でよく生育する好圧菌は、その遺伝子発現や蛋白質の安定性など、圧力で制御されている場合が多い³⁾。また酵素活性なども陸上微生物の相同酵素と比べて好圧菌のそれは、200MPaといったかなりの高圧力下でも、良好にその活性を保持している(図1)。

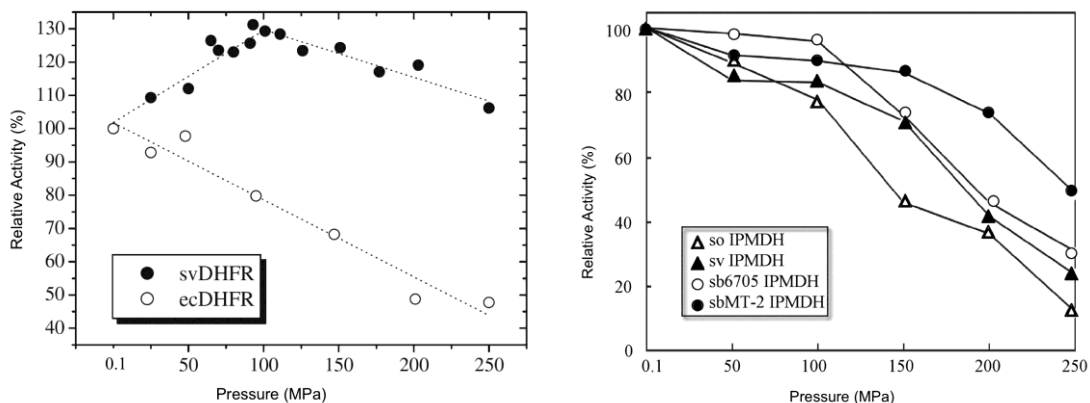


図1. 左はRNA代謝に必須のジヒドロ葉酸還元酵素(DHFR)の好圧菌(sv DHFR)と大腸菌(ec DHFR)の加圧下の活性プロファイル。右はロイシン生合成系の酵素、イソプロピルリンゴ酸脱水素酵素(IPMDH)の好圧菌(sv, sb6705, sbMT-2 IPMDH)と大気圧適応菌(so IPMDH)の加圧下での活性プロファイル。

なかんずく、IPMDHではマリアナ海溝より分離された絶対好圧菌*Shewanella benthica* DB21MT-2の酵素(sbMT-2 IPMDH)が、高い耐圧活性を示した。このような、好圧菌酵素特有の高い耐圧性は、その構造的な特徴に起因する可能性があり、高圧下で蛋白質の結晶構造解析が可能なダイヤモンドアンビルセルを活用した高圧X線結晶構造解析技術⁴⁾を利用して、現在解析が進んでいる。

好圧性微生物によるプラスチック分解

プラスチック廃棄物による環境汚染の問題が叫ばれるようになってから久しい。こうしたプラスチック製品は、自然環境中の微生物が分解することが困難で、そうした観点から近年、「生分解性プラスチック」素材が開発され、盛んに利用されるようになってきている。しかしながら、こうした素材は、確かに陸上微生物によって分解されることが確かめられているが、河川などによって流され、深海底に蓄積した場合、その現場で分解されるのかといった検証はなされずに今日まで来ている。事実、深海底には、多くのプラスチック廃棄物が蓄積しており(図2)、深海微生物によるプラスチック分解の研究の必要性が増してきている⁵⁾。

本報告では、あわせ好圧菌を利用した生分解性プラスチック分解に関する応用研究の進捗についても解説する。

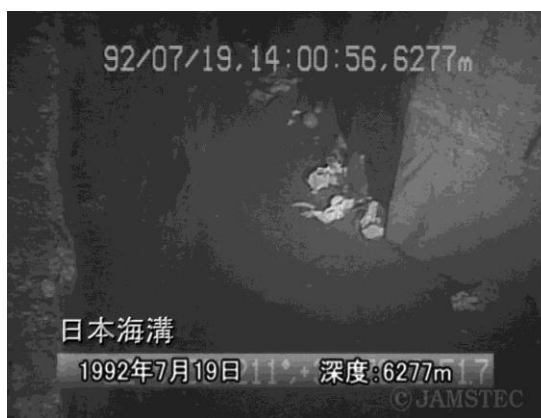


図2. 日本海溝底で発見されたプラスチックゴミ

引用文献

- 1) Yayanos, A. A., Dietz, A. S., Van Boxtel, R., *Science*, **205**, 808-810 (1979).
- 2) Kato, C., In: “Extremophiles Handbook” (Eds. Horikoshi, K., Antranikian, G., Bull, A., Robb, F., Stetter, K.), Springer-Verlag, Tokyo, 2011, pp.643-655.
- 3) Kato, C., In: “Extremophiles Handbook” (Eds. Horikoshi, K., Antranikian, G., Bull, A., Robb, F., Stetter, K.), Springer-Verlag, Tokyo, 2011, pp.657-668.
- 4) Nagae, T., Kawamura, T., Chavas, L. M. G., Niwa, K., Hasegawa, M., Kato, C., Watanabe, N., *Acta Cryst.*, **D68**, 300-309 (2012).
- 5) 加藤千明、関口峻允、イノベーションニュース、**12**, 6-7 (2010).

氏名(フリガナ)： 加藤 千明(カトウ チアキ)

現所属・身分：独立行政法人海洋研究開発機構、海洋・極限環境生物領域、シニアスタッフ
出身地：東京都

最終学歴：立教大学大学院理学研究科化学専攻修士課程修了(昭和53年3月)

専門分野：微生物学、高圧分子生物学

趣味：楽器演奏、音楽鑑賞など

自由記述：有人潜水調査船「しんかい6500」とともに歩んで22星霜。深海への旅は楽しくもあり思い出いっぱいです。残された研究人生で、深海研究の楽しさを次世代の後継の研究者たちと分かち合っていきます。